

## Prototipe Sistem Pemantau dan Pengangkat Sampah di Sungai Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Yuli Elvina\*, Harmadi

Laboratorium Fisika Instrumentasi, Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 28 Januari 2022  
Direvisi: 7 Februari 2022  
Diterima: 13 Februari 2022

#### Kata kunci:

sampah  
sungai  
sensor  
modul SIM800L V2.0  
SMS

#### Keywords:

garbage  
river  
sensor  
SIM800L V2.0 module  
SMS

#### Penulis Korespondensi:

Yuli Elvina  
Email: [yulielvina80@gmail.com](mailto:yulielvina80@gmail.com)

### ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan prototipe sistem pemantau dan pengangkat sampah di sungai secara otomatis berbasis mikrokontroler menggunakan LCD, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo MG996R dan modul SIM800L V2.0. Sistem bekerja berdasarkan ketinggian sampah pada permukaan sungai yang dideteksi oleh sensor ultrasonik 1. Apabila ketinggian sampah dipermukaan  $h \geq 10$  cm maka motor servo mengangkat sampah menuju bak penampungan. Sampah di bak penampungan dideteksi oleh sensor ultrasonik 2. Apabila ketinggian sampah dari permukaan bak  $h \geq 15$  cm maka LCD menampilkan kondisi sampah dan data ketinggian sampah dikelola oleh mikrokontroler dan dikirimkan dalam bentuk SMS kepada nomor yang ditanamkan di modul GSM SIM800L V2.0. Hasil karakterisasi sensor ultrasonik HC-SR04 didapatkan nilai sensitivitas sebesar 1,2353 V/cm dan koefisien determinasi yaitu 0,9918. Motor servo dapat bekerja dengan baik dimana error rata-rata 0,04% dan dapat mengangkat sampah dengan berat sampai 350 g. Kemampuan motor servo secara keseluruhan dipengaruhi oleh bentuk pengangkatan sampah yang masih sederhana. Hasil pengujian alat keseluruhan menunjukkan bahwa rancangan ini dapat memantau dan mengangkat sampah di sungai secara otomatis, saat alat bekerja keseluruhan terjadinya penurunan tegangan tapi masih bekerja dengan baik.

*A prototype system for monitoring and lifting garbage in the river has been carried out automatically based on a microcontroller using an LCD, ultrasonic sensor HC-SR04, servo motor MG996R and SIM800L V2.0 module. The system works based on the height of the garbage on the surface of the river which is detected by the ultrasonic sensor 1. If the height of the garbage on the surface is  $h \geq 10$  cm, the servo motor will lift the garbage to the reservoir. Garbage in the holding tank will be detected by an ultrasonic sensor 2. If the height of the waste from the surface of the tank  $h \geq 15$  cm, the LCD will display the condition of the waste and the waste height data is managed by the microcontroller and sent in the form of SMS to the number embedded in the GSM SIM800L V2.0. The results of the characterization of the ultrasonic sensor HC-SR04 obtained a sensitivity value of 1.2353 V/cm and a coefficient of determination of 0.9918. The MG996R servo motor can work well where the average error is 0.04% and can lift garbage weighing up to 350 g. The ability of the servo motor as a whole is influenced by the form of garbage removal which is still simple. The test results of the overall tool show that this design can monitor and lift garbage in the river automatically even though when the tool is working the overall voltage drop occurs but it still works well.*

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Sampah yang berserakan di hulu sungai akhir-akhir ini menjadi pusat perhatian. Sampah merupakan bahan buangan atau output dari segala aktivitas manusia (Aini et al., 2019). Sampah dibagi menjadi dua kategori yaitu terurai dan sulit terurai. Sampah yang sulit terurai ini dapat mencemari tanah dan air, serta kesehatan lingkungan dalam jangka panjang (Harjanti and Anggraini, 2020). Jumlah penduduk Indonesia meningkat secara signifikan setiap tahunnya. Kementerian lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyatakan total sampah nasional mencapai 67.8 juta ton pada tahun 2020, sehingga 270 juta penduduk Indonesia menghasilkan sekitar 185.753 ton sampah per hari atau 0.68 kilogram per orang (Setiawan et al., 2014). Sungai di kota-kota besar yang dimanfaatkan warga untuk membuang sampah dibandingkan membuang ke truk pengangkut. Akibat meningkatnya penumpukan sampah yang tidak terkendali, kondisi lingkungan di sekitar sungai semakin memburuk (Riyanto et al., 2016)

(Aminy, 2012) membuat mesin pengangkat sampah di sungai. Mesin Pengangkut Sampah pada sungai merupakan alat yang bekerja mengangkut sampah yang terapung pada permukaan sungai kemudian memindahkannya ke bak sampah yang telah disediakan. Alat ini dipasang pada pintu air dan menggunakan *bucket conveyer* sebagai pengangkut sampah yang terapung pada permukaan sungai yang dilengkapi *belt conveyer* sebagai pembawa sampah ketempat yang telah disediakan. Rancangan ini dalam Pengangkatan sampah menggunakan conveyor sudah efektif, perlu tambahan model mengangkut sampah secara otomatis dan sistem pemantauan di bak penampungan sementara di tepi sungai.

(Wahyuni, 2015) membuat rancangan alat pengangkat sampah di sungai secara otomatis menggunakan sensor cahaya dan convayer. Prinsip kerja alat ini yaitu apabila sensor cahaya yang diletakkan di depan alat tertutupi oleh sampah yang mengapung di atas permukaan sungai. Sampah yang terangkut diangkat ke atas dan dibuang ke alat pembuangan sampah yang posisinya melintang di bawah posisi alat pengangkut sampah. Rancangan ini perlu perbaikan dalam pengangkatan sampah di permukaan sungai dan penambahan sistem pemantauan bak penampungan sementara.

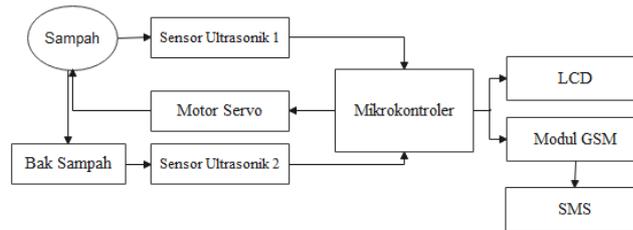
(Zulfa, 2018) merancang tempat sampah otomatis menggunakan sensor ultrasonik dan rekaman isd1820 berbasis mikrokontroler ATmega328. Hasil yang diperoleh adalah tempat sampah berhasil membuka dan menutup secara otomatis serta mendeteksi kapasitas sampah dengan menggunakan indikator LED. Alat ini perlu penambahan sistem pemantauan untuk mengetahui ketinggian sampah pada penampungan sudah terisi penuh.

(Endhartana, 2020) merancangan simulasi alat pengangkat sampah di sungai berbasis *internet of things* (IOT). Sampah diangkat secara otomatis menggunakan conveyor sebagai alat untuk menaikkan sampah yang terdapat pada permukaan sungai dan aplikasi blynk untuk pemantauan ketinggian air. Rancangan ini masih belum ada sistem pemantau sampah pada bak penampungan sementara.

## II. METODE

### 2.1 Diagram Blok Sistem

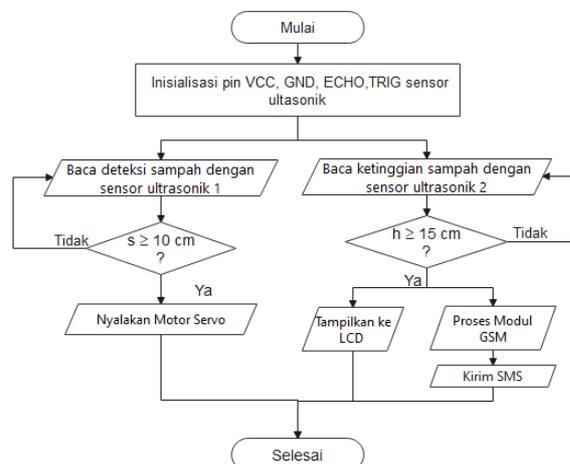
Diagram blok inovasi ini merupakan logika berpikir untuk mencapai hasil akhir dalam memantau dan mengangkat sampah secara otomatis menggunakan *smartphone*. Secara garis besar perancangan sistem blok prototipe ini menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai pengontrol yang mengatur kinerja dari seluruh komponen pada sistem yang terpasang. Sinyal ditransmisikan oleh sensor ultrasonik 1 pada objek (sampah). Pendeteksian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditembakkan pada permukaan sampah. Sensor akan memancarkan gelombang dari *transmitter* dan kemudian diterima oleh *receiver*. Sinyal keluaran dari sensor ultrasonik akan diproses oleh mikrokontroler, kemudian mikrokontroler akan memberikan perintah sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Data hasil pengukuran ditampilkan menggunakan LCD 16x2 karakter dalam bentuk kondisi sampah penuh. Secara umum blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem

## 2.2 Perancangan Software

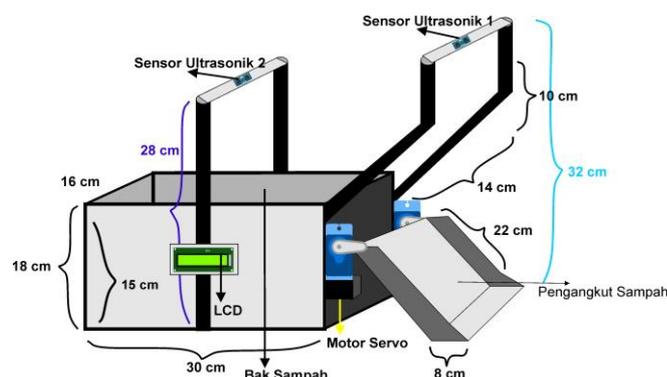
Perancangan perangkat sistem pemantau dan pengangkat sampah di sungai ini menggunakan software Arduino IDE pada Arduino Uno ATmega328 melalui dalam PC. Sistem ini dioperasikan dengan otomatis. Sensor ultrasonik pertama membaca sampah pada permukaan air yang melewati prototipe, bila sampah dengan ketinggian  $\geq 10$  cm maka motor servo bekerja untuk menaikan sampah. Sensor ultrasonik kedua berada di atas bak penampungan untuk membaca ketinggian sampah. Modul GSM sebagai alat untuk mengirimkan data ketinggian sampah melalui SMS pada smartphone. Berikut diagram alir pemrograman sistem pada Gambar 2.



Gambar 2 Flowchart sistem alat pengangkat sampah otomatis

## 2.3 Pengujian Alat Secara Keseluruhan dan Pengumpulan Data

Pengujian prototipe sistem pemantau dan pengangkat sampah otomatis dimulai dengan menguji sampah ke tempat pengangkat sampah. Sensor Ultrasonik 1 membaca keberadaan sampah, ketinggian sampah  $\geq 10$  cm dari permukaan air maka motor servo bekerja dan mengangkat sampah masuk ke dalam bak penampungan. Sampah yang berada di bak penampungan dideteksi oleh sensor ultrasonik 2, dimana dengan ketinggian  $\geq 15$  cm maka LCD menampilkan kondisi sampah serta ada notifikasi SMS dari modul GSM. Pengumpulan data dilakukan setelah pengujian alat berhasil. Untuk rancangan alat keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.

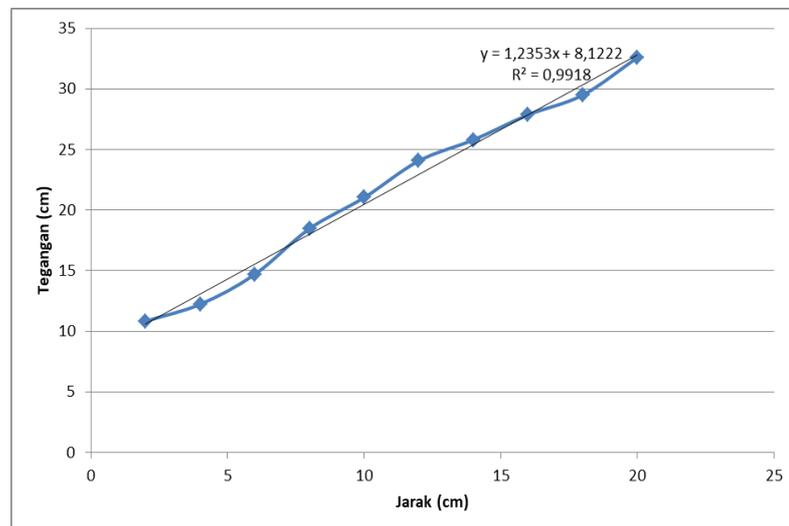


Gambar 3 Rancangan keseluruhan alat

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Hasil Karakterisasi Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 bertujuan untuk menguji jarak yang terbaca pada sensor dan jarak sebenarnya, serta mengukur tegangan yang dikeluarkan sensor pada jarak tertentu. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa buah resistor, kapasitor, dan IC 555 untuk menampilkan jarak yang terbaca dan multimeter untuk melihat tegangan yang dihasilkan sensor.



**Gambar 4** Grafik hubungan tegangan dengan jarak

Gambar 4 menampilkan grafik hubungan tegangan keluaran berbanding lurus dengan jarak pada sensor ultrasonik HC-SR04, semakin jauh jarak sensor dengan objek maka semakin besar nilai tegangan keluaran, sebaliknya semakin dekat jarak sensor dengan objek maka semakin kecil nilai tegangan keluaran. Fungsi transfer  $y = 1.2353x + 8.1222$  digunakan dalam pengolahan program Arduino Uno untuk menentukan nilai tegangan pada sampah yang dideteksi, dengan  $y$  merupakan besaran fisis untuk tegangan keluaran dan variabel  $x$  merupakan besaran untuk jarak. Fungsi transfer tersebut menyatakan bahwa setiap perubahan jarak sebesar 1 cm mengakibatkan perubahan tegangan sebesar 1,2353 V/cm. Nilai 8,1222 V/cm merupakan nilai offset yang menyatakan bahwa tegangan awal yang dihasilkan sensor saat jarak bernilai nol. Nilai 0,9918 merupakan koefisien determinasi. Nilai koefisien determinasi yang mendekati nilai 1 membuktikan bahwa pemilihan trendline sudah sesuai.

Fungsi transfer yang didapatkan akan digunakan kedalam program pada software Arduino IDE. Hasil karakterisasi sensor ultrasonik HC-SR04 didapatkan semakin jauh jarak objek yang dideteksi maka tegangan yang didapatkan semakin besar. Analisis yang didapatkan bahwa hubungan tegangan dengan jarak berbanding lurus. Hasil karakterisasi sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Hasil karakterisasi sensor ultrasonik HC-SR04

Jarak (cm)	Tegangan (mV)			Rata-Rata
	I	II	III	
5	14,35	14,46	14,49	14,4
10	20,64	20,05	20,03	20,2
15	26,16	26,08	25,44	25,7
20	31,55	31,72	31,53	31,6
25	37,31	27,96	36,8	37,3
30	44,12	44,1	44,18	44,1

### 3.2 Hasil Pengujian Motor Servo

Motor servo dilakukan untuk melihat apakah *horn* servo nya bisa bergerak atau tidak. Pada penelitian ini motor servo yang digunakan untuk memudahkan mengangkat sampah dari permukaan sungai. Pengujian dilakukan dengan program sederhana pada *software* Arduino IDE. Sistem dapat berfungsi dengan baik dengan berhasil memutar *horn* servo sebesar 180 ke kiri dan ke kanan lalu kembali ke posisi 0. Hasil pengujian dapat membuktikan bahwa motor servo dapat bekerja dengan eror rata-rata 0,04%. Hasil pengujian servo dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Hasil uji motor servo

Sudut Yang diinginkan	Pembacaan Busur Derajat	Error(%)
0	0	0
45	48	0,06
90	90	0
135	139	0,02
180	180	0
Rata-rata Error (%)		0,04

### 3.3 Hasil Pengujian Rangkaian interkoneksi modul SIM800L V2.0

Hasil karakterisasi modul dilakukan dengan 3 titik variasi jarak yaitu 0 m, 5 m dan 10 m. Hasil karakterisasi dilakukan dengan memanfaatkan *stopwatch* pada *smartphone* untuk mengetahui lama waktu pengiriman SMS, dimana dimulai dari upload program hingga SMS diterima. Pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa semakin jauh jarak jangkauan maka lama waktu yang dibutuhkan untuk menerima SMS juga semakin lama. Hal ini juga dipengaruhi oleh kondisi jaringan pada lingkungan pengirim atau penerima SMS. Hasil karakterisasi dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Hasil karakterisasi Modul SIM800L V2.0

Nomor Hp	jarak (m)	waktu masuk (s)
0813*****95	0	02,46
0822*****42	5	06,35
0822*****42	10	09,48

### 3.4 Hasil Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan dilakukan untuk melihat keakuratan alat yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan mendeteksi objek sampah dengan sensor ultrasonik dimana jaraknya dibatasi seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik terhadap Objek secara keseluruhan

Jarak Terdeteksi Sensor Ultrasonik	Indikator
Jarak $\geq$ 10 cm (dari permukaan air)	Motor servo ON (mengangkat)
Jarak $\leq$ 10 cm (dari permukaan air)	Motor servo OFF (mati).

Hasil pengujian sensor ultrasonik dapat mendeteksi adanya objek, ketika jarak lebih dari 10 cm otomatis motor servo bekerja sehingga mengangkat sampah pada permukaan sungai masuk ke bak penampungan. Berdasarkan Tabel 5 kemampuan motor servo dalam mengangkat berat sampah mampu sampai 350 g. Kemampuan motor servo di atas 350 g tidak mampu mengangkat beban berat sampah pada alat keseluruhan. Kemampuan motor servo pada alat dipengaruhi juga dengan bentuk pengangkut sampah yang terbuat dari saringan kawat. Hasil pengujian motor servo pada alat keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil pengujian alat secara keseluruhan yang ditampilkan pada Tabel 6 dimana seluruh sistem dapat bekerja dengan baik. Apabila kapasitas bak penampungan penuh maka motor servo berhenti bekerja dan menutup penampungan. Analisis yang dapat diambil bahwa setiap komponen yang bekerja pada alat pengangkut sampah di sungai bekerja dengan baik, namun ketika semua perangkat dalam keadaan hidup terjadi penurunan tegangan yang disebabkan oleh banyaknya beban yang harus

mengambil daya dari power supply dan Arduino sehingga menurunkan tegangan dari masing-masing perangkat yang digunakan.

**Tabel 1** Hasil pengujian motor servo pada alat keseluruhan

Berat Sampah (gram)	Sensor Ultrasonik 1			Motor servo
	Pengujian ke-			
	I	II	III	
10	4	4	5	OFF
50	4	5	5	OFF
100	6	5	7	OFF
150	9	8	10	ON
200	10	11	11	ON
250	11	11	10	ON
300	12	12	12	ON
350	12	13	12	ON
400	13	13	14	OFF
450	13	14	14	OFF
500	13	15	14	OFF

**Tabel 6** Hasil Pengujian alat keseluruhan

Percobaan	Ultrasonik 1 (cm)	Motor Servo	Ultrasonik 2 (cm)	Kapasitas Sampah		SMS
				Penuh	Tidak Penuh	
Kotak kecil (7*4*3)	8	OFF	5	-	Tidak Penuh	Tidak
Botol teh pucuk	11	ON	6	-	Tidak Penuh	Tidak
Botol Frestea	12	ON	6	-	Tidak Penuh	Tidak
Kotak (10*5*4)	14	ON	5	-	Tidak Penuh	Tidak
Kotak kecil (5*4*3), Botol teh pucuk, Botol Frestea, Kotak (10*5*4)		OFF	17	Penuh	-	Terkirim

Sistem pemantau jarak jauh dari modul SIM800L V2.0 memberi notifikasi tinggi sampah lebih 15 cm yang disimulasikan pada alat diprogram Arduino IDE dengan tinggi  $\geq 15$  cm. SMS yang diterima dengan waktu 20s dimana jarak smartphone dengan alat 40 cm. Lama penerimaan SMS pengujian alat keseluruhan dipengaruhi oleh tegangan alat yang berkurang dan jangkauan sinyal pada modul yang lama dalam mencari jaringan. Meskipun terjadi penurunan tegangan, akan tetapi semua komponen yang ada pada alat pemantau dan pengangkat sampah di sungai dapat berjalan dengan baik.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa hasil karakterisasi sensor ultrasonik menunjukkan semakin jauh jarak deteksi sensor terhadap objek, maka semakin tinggi tegangan keluarannya, sebaliknya semakin dekat jarak sensor terhadap objek maka semakin kecil nilai tegangan keluarannya. Hasil karakterisasi sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap tegangan didapatkan nilai sensitivitas sensor 1,2353 V/cm, tegangan offset 8,1222 V dan nilai regresi yang baik yaitu 0,9918. Hasil pengujian motor servo dapat bekerja dengan baik dimana error rata-rata 0,04% dan mampu mengangkat beban sampai 350 g pada alat keseluruhan. Pengujian sistem pemantauan menggunakan modul SIM800L V2.0 dimana dapat mengirim dan menerima SMS dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Muhaimin, M. and Yusman, Y. (2019), “Rancang Bangun Prototype Alat Pemungut Sampah Otomatis Pada Pintu Air Waduk Berbasis Mikrokontroler”, *Jurnal TEKTRONIKA*, Vol. 3 No. 1.
- Aminy, A.Y. (2012), “Disain Mesin Pengangkut Sampah Pada Sungai”, *Prosding 2012*, Vol. 6, pp. 978–979.
- Endhartana, B. (2020), “Rancang Bangun Simulasi Alat Pengangkut Sampah pada Sungai Berbasis Internet of Things (IoT)”, *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, Vol. 1 No. 1.
- Harjanti, I.M. and Anggraini, P. (2020), “Pengelolaan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang”, *Jurnal Planologi*, Vol. 17 No. 2, pp. 185–197.
- Riyanto, S., Putra, R.K.H.S. and Harianto, F.E. (2016), “Rancang Bangun Inntopes (Innovation Tools Pengangkut Sampah) Pada Aliran Sungai”, *Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, Vol. 11 No. 1.
- Setiawan, D., Syahputra, T. and Iqbal, M. (2014), “Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler”, *JURTEKSI ROYAL Vol 3 No 1*, Vol. 1.
- Wahyuni, I. (2015), “Rancangan Bangun Sistem Rancang Sampah pada Sungai Secara Otomatis”, *Sains Dan Teknologi*, No. 1, p. 89.
- Zulfa, S.I. (2018), “Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Rekaman ISD1820 Berbasis Mikrokontroler ATmega328”, Universitas Sumatera Utara, Vol. 01, pp. 82–91.